

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 18 AUG 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:** 102 32 623.1**Anmeldetag:** 14. Juli 2002**Anmelder/Inhaber:** Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und
Meeresforschung, Bremerhaven/DE**Bezeichnung:** Bodenwasser-Probennehmer**IPC:** G 01 N 1/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
 Im Auftrag

Klostermeyer

Bodenwasser-Probennehmer

Beschreibung

5 Die Erfindung bezieht sich auf einen Bodenwasser-Probennehmer zur simultanen Gewinnung von mehreren Wasserproben aus der untersten Wassersäule auf unterschiedlichen Höhen oberhalb eines Gewässerbodens mit mehreren zylinderförmigen Probenbehältern, die zumindest auf einer Stirnseite eine über einen zeitgesteuerten Auslöser betätigbare Verschlussvorrichtung aufweisen und an einer zentralen, in einem Bodenelement endenden und an ihrem gegenüber liegenden Ende über ein Stahlseil auf dem Gewässerboden absetzbaren Haltestange höhenverstellbar in horizontaler Ausrichtung angeordnet sind.

10 15 Die Gewinnung von Wasserproben aus der untersten Wassersäule, dem Bodenwasser über einem Gewässerboden dient geochemischen, ozeanographischen und (mikro-)biologischen Untersuchungen der Übergangszone zwischen dem Gewässerboden (Sediment) und der darüber liegenden Wassersäule. Verschiedene Austauschprozesse zwischen diesen Kompartimenten generieren hier steile Parametergradienten, beispielsweise in geochemischen Stoffkonzentrationen und Partikelgehalten, die mit biologischen Lebensprozessen sehr eng verknüpft sind. Ein Bodenwasser-Probennehmer soll eine hochauflösende Beprobung, d.h. eine Beprobung in mehreren Abständen vom Gewässerboden, dieser Übergangszone ermöglichen, um 20 25 neue Einsichten in die dort herrschenden Transport- und Reaktionsprozesse zu ermöglichen.

30 Grundsätzlich sind zwei Arten von Bodenwasser-Probennehmern zu unterscheiden: Anordnungen, welche die Wasserproben aus unterschiedlichen Höhen über Grund ansaugen und solche, mit denen das Wasser mittels Probenbehältern, die in unterschiedlicher Höhe über Grund zumeist horizontal

angeordnet sind, „gefangen“ wird. Zur erstgenannten Gruppe (Ansaugende Probennahme) gehört beispielsweise der aus der **Veröffentlichung I** von L. Thomsen et al.: „An instrument for aggregate studies in the benthic boundary layer“ (Marine Geology, 135 (1996) pp 153-156) bekannte Wasserschöpfer („BIOPROBE“) für Wassertiefen bis 6000 m, bei dem in einem Dreibeingestell mehrere Probenflaschen vertikal angeordnet sind. Über Ansaugschläuche unterschiedlicher Längen werden die Wasserproben aus verschiedenen Höhen in der Wassersäule in die Flaschen angesogen. Nachteilig ist hier, dass die Bodenwasserpartikel zwar beprobt werden können, jedoch wird ihre 5 ursprüngliche Form durch das Einsaugen der Wasserprobe durch den Ansaugschlauch verändert. Ebenso kann es beim Ansaugvorgang zu Ausgasungsprozessen in der Wasserprobe kommen. Insbesondere im Wasser 10 gelöste Gase gehören jedoch häufig zu den zu untersuchenden Parametern. Der Probennehmer wird über ein Einleiterkabel von der Wasseroberfläche, 15 zumeist von einem Schiff aus ausgelöst. Da die Beprobung relativ lange dauert (30 bis 60 Minuten) kann durch eine Drift des Schiffes während der Beprobung eine Beschädigung des Einleiterkabels durch Verschlingungen eintreten. Eine Reparatur des Einleiterkabels mit einer Verkürzung und erneuten Vergießung 20 des Tiefseesteckers ist jedoch sehr zeit- und auch kostenaufwändig. Das Kabel wird für einen Messtag unbenutzbar. Auch wenn der Probennehmer in ein weitgespreiztes Dreibein-Gestell montiert ist, um strömungsbedingte 25 Verwirbelungen und damit eine Vermischung der aus ursprünglich unterschiedlichen Horizonten stammenden Wasserproben zu minimieren, so kann dieser Effekt nicht völlig ausgeschlossen werden. Zudem stellen auch die Ansaugschnorchel selbst Strömungshindernisse dar, sodass insbesondere die 30 höheren Beprobungshorizonte von den jeweils weiter hinunter reichenden Schnorcheln strömungsdynamisch beeinträchtigt werden.

Modifikationen des bekannten Wasserschöpfers BIOPROBE sind der 30 **Veröffentlichung II** von L. Thomsen: „Processes in the benthic boundary layer at continental margins and their implication for the benthic carbon cycle“ (Journal of Sea Research 41 (1999) pp 73-86) zu entnehmen. Bei BIOPROBE

III ist ein hydrodynamisch geformter Probennehmer exzentrisch an einem mechanisch drehbaren Arm gelagert, der zur Vermeidung einer Mischbeprobung vor Beprobungsbeginn über einen Strömungssensor in der Bodenströmung ausgerichtet wird. Der Probennehmer ist vertikal angeordnet und weist in unterschiedlichen, aber fest vorgegebenen Höhen in einem relativ kleinen Höhenbereich (zwischen 5 und 40 cm) vier, je 10 l große Probenkammern mit Einlassdüsen auf, durch die das Probenwasser einströmt. Durch das Düsenprinzip ist eine bezüglich des Erhaltes von Partikeln ungestörte und gasverlustfreie Probennahme sowie ein vorheriges Durchspülen der Probenbehälter mit Original-Bodenwasser jedoch weiterhin problematisch. Über eine Batterieversorgung ist BIOPROBE III zwar auch autark, ohne Einleiterkabel einsetzbar. Da es aber nunmehr als Freifallgerät (Lander) in das Wasser abgeworfen wird, ist jedoch eine zeitaufwändige Bergungsaktion erforderlich.

10 Der nächstliegende **Stand der Technik**, von dem die vorliegende Erfindung ausgeht, wird von einem Bodenwasser-Probennehmer mit einer horizontalen Anordnung der Probenbehälter gebildet, wie er in dem Buch von A. Murdoch et al.: „Handbook of techniques for Aquatic Sediments Sampling“ Second Edition, pp 105.106, beschrieben wird. Bei diesem gattungsbildenden Bodenwasser-Probennehmer für die Tiefsee sind an einer zentralen Haltestange aus Aluminium in unterschiedlichen, veränderbaren Höhen über einen Höhenbereich von 1,6 m horizontal mehrere Probenflaschen als zylinderförmige Probenbehälter mit einem Füllvolumen von je 3 l drehfest angeordnet. Die zentrale Haltestange ist zur Stabilisierung fest mit einer Bodenplatte als Bodenelement verbunden, und wird von drei Auslegern abgestützt. Diese wiederum sind über Drahtseile mit einem Dreibein am oberen Ende der Haltestange verspannt. Hier greift auch das einfache Stahlseil zum Fieren des Probennehmers an. Beim Abfieren wird der Probennehmer und damit die Probenflaschen nicht in der Strömung ausgerichtet. Die Probenflaschen weisen auf ihrer einen Stirnseite eine Verschlussvorrichtung in Form eines verschiebbaren Kolbenbodens auf. Die Verschiebung erfolgt pneumatisch über eine Druckluftflasche und wird über einen druckgekapselten, elektronischen

15

20

25

30

Zeitauslöser gesteuert. Die Probenflaschen müssen sich am geöffneten Kolbenboden vorbei mit Probenwasser füllen, wodurch im Flascheninneren jedoch ein Staudruck entsteht, der zu einer Störung der Probennahme, beispielsweise durch Verlust gelöster Gase, führen kann. Weitere Störungen

5 bei der Probennahme können dadurch hervorgerufen werden, dass die Probenflaschen nicht in Strömungsrichtung ausgerichtet sind, sodass keine Durchspülung der Probenbehälter mit Original-Bodenwasser erfolgen kann, und dass die Aspannseile der Haltestange die Strömung stören, sodass Mischproben durch Verwirbelung entstehen.

10 Ein Bodenwasser-Probennehmer mit horizontal durchströmbaren Probenflaschen ist von dem Länder-Verbundprojekt „PROVESS“ – Processes of Vertical Exchange in Self Seas – MAST III (vgl. PROVESS homepage von Rose Player, Proudman Oceanographic Laboratory, unter <http://www.pol.ac.uk/provess/html/main.html>, last updated on 17th April 2001, 15 Stand 19.06.2002) bekannt (vgl. Fotografie auf Seite http://www.po.ac.uk/provess/photographs/b_w_sampler.gif, Stand 19.06.2002). Der Fotografie ist zu entnehmen, dass zehn transparente Probenflaschen mit geringem Abstand horizontal übereinander an einem Haltegerüst aus zwei 20 parallelen Haltestangen angeordnet sind, das zentral in einem ausladenden, mit Grundgewichten beschwerten Vierbeinestell befestigt ist. Die Probenflaschen weisen offensichtlich an jeder Stirnseite einen Verschlussdeckel auf, die über einen Seilmechanismus mechanisch betätigbar sind. Somit können die Probenflaschen zur Probennahme vom Probenwasser frei durchspült 25 werden. Weitere Details sind der Fotografie jedoch nicht zu entnehmen. Auch die PROVESS-Homepage gibt über den dargestellten Probennehmer keine weiteren Informationen. Zu erkennen ist jedoch, dass die Probenflaschen fest mit dem Haltegerüst verbunden und von dem Vierbeinestell umgeben sind. Eine gezielte Ausrichtung der Probenflaschen in die Bodenströmung zum 30 Durchspülen mit Original-Bodenwasser und zum Fortspülen von beim Aufsetzen in die Behälter gelangter Sedimentpartikel ist somit nicht möglich, außerdem wird die Bodenströmung durch das Vierbeinestell, das auch noch

Querverstrebungen aufweist, strömungsdynamisch gestört, sodass wiederum Mischproben durch Verwirbelung entstehen.

Ausgehend von dem weiter oben gewürdigten nächstliegenden Stand der 5 Technik ist die **Aufgabe** für die vorliegende Erfindung darin zu sehen, einen gattungsgemäßen Bodenwasser-Probennehmer zur simultanen Gewinnung von mehreren ungestörten Wasserproben auf unterschiedlichen Höhen aus der untersten Wassersäule oberhalb eines Gewässerbodens mit mehreren zylinderförmigen Probenbehältern in horizontaler Anordnung so weiterzubilden, dass ungestörte und hochauflösende Probennahmen unter weitgehender Erhaltung des Originalzustandes des Probenwassers aus der bodennahen 10 Strömung in der stoff- und partikelhaltigen Übergangszone zwischen dem Gewässerboden und der Wassersäule möglich sind. Dabei soll der weitergebildete Bodenwasser-Probennehmer eine möglichst schnelle Probennahme 15 ermöglichen sowie einfach und robust in seiner Handhabung sein. Weiterhin soll gewährleistet werden, dass Partikel, die beim Aufsetzen des Probennehmers auf den Gewässerboden aufgewirbelt wurden, sowie Wasser aus anderen Schichten der Wassersäule vor dem Schließvorgang mit Original- 20 Bodenwasser aus den Behältern herausgespült werden.

25 Als Lösung für diese Aufgabenstellung ist bei einem gattungsgemäßen Bodenwasser-Probennehmer der eingangs beschriebenen Art deshalb erfindungsgemäß vorgesehen, dass die zentrale Haltestange zwischen einem beschwerten Grundrahmen als Bodenelement und dem Stahlseil leichtgängig und frei drehbar befestigt und mit einer Strömungsfahne verbunden ist, dass 30 der zeitgesteuerte Auslöser in den beschwerten Grundrahmen druckgekapselt eingebaut und erst durch dessen anhaltendes Aufsetzen auf den Gewässerboden für eine vorgegebene Zeitspanne automatisch aktiviert wird und dass die Probenbehälter auch auf der anderen Stirnseite eine ebenfalls über den zeitgesteuerten Auslöser betätigbare Verschlussvorrichtung aufweisen

Der erfindungsgemäße Bodenwasser-Probennehmer vereinigt eine hohe Funktionalität gemäß der theoretischen Anforderungen an eine hochwertige Wasserbeprobung, zu nennen ist hier beispielsweise eine vermischungsfreie, 5 sogfreie Beprobung der verschiedenen Wasserhorizonte, mit einem besonderen Maß an Feldtauglichkeit, hier insbesondere durch die freie Wahl des Absenkseiles, durch eine kurze Grundstandzeit und damit verbundenen minimalen Anforderungen bezüglich der Schiffspositionierung. Wesentlich hierfür ist die Verbindung des Auslöserkonzeptes zum gleichzeitigen Verschließen 10 aller Probenbehälter auf beiden Seiten mit deren leicht und automatisch in der Bodenströmung erfolgenden Ausrichtung. Dabei wird durch die beidseitige Öffnung der Probenbehälter vor der Probennahme deren freie Durchströmung mit Original-Bodenwasser ermöglicht. Im Augenblick des Verschließens der Probenbehälter an beiden Enden wird somit eine Wasserprobe in freiem 15 Strömungszustand „eingefangen“ und damit weitgehend im Originalzustand erhalten. Die Wasserproben werden sogfrei gewonnen, sodass ein fehlerverursachender Gasverlust durch Ausgasen, bedingt durch die Herabsetzung der Löslichkeit von Gasen im Wasser aufgrund eines sogbedingten Unterdrucks, in der Wasserprobe vermieden wird. Für die Strömungsausrichtung 20 sorgt eine ausreichend große Strömungsfahne, die fest mit der zentralen, frei drehbar gelagerten Haltestange verbunden ist. Diese ist in ihrer Größe so bemessen, dass auch schwache Strömungen in der bodennahen Gewässerzone ausreichen, um die Probenbehälter an der zentralen Haltestange in die Strömung zu drehen und nachzuführen.

25 Des Weiteren sorgt der zeitgesteuerte Auslöser für eine Probennahme in ungestörten Strömungsverhältnissen. Die Probenbehälter werden erst verschlossen, wenn die durch das Aufsetzen der Messanordnung auf den Gewässerboden verursachten Beeinträchtigungen abgeklungen sind. Die automatische Aktivierung des Auslösers erfolgt beim Aufsetzen des erfindungsgemäßen Bodenwasser-Probennehmers auf den Gewässergrund 30 mechanisch durch ausreichend langes Hochdrücken, beispielsweise für eine Minute, einer unterhalb eines schweren Grundrahmens angeordneten

Auslöserplatte Dadurch wird ein vorzeitiges Verschließen der Probenbehälter, beispielsweise durch versehentliches Aufsetzen des Probennehmers noch an Bord des Schiffes beim Aussetzvorgang, weitgehend ausgeschlossen. Außerdem werden aufgrund der rein mechanischen Betätigung keine Steuerimpulse über ein empfindliches Einleiterkabel von der Wasseroberfläche her benötigt. Über eine integrierte Zeitsteuerung im Auslöser, hierbei kann es sich beispielsweise um eine Zeitelektronik handeln, die in Abhängigkeit von ihrer Druckkapselung für Wassertiefen von 6000 m und mehr einsetzbar ist, erfolgt nach dessen Aktivierung wählbar zeitverzögert, beispielsweise wenige Minuten nach dem Absetzen des Probennehmers, wiederum die Aktivierung der Verschlussvorrichtungen an den Probenbehältern. Somit sorgen zwei eingebaute Zeitschleifen für den sicheren und fehlerfreien Betrieb des Bodenwasser-Probennehmers nach der Erfindung.

Günstig für die äußerst geringe Beeinflussung der Bodenströmung durch den Bodenwasser-Probennehmer ist weiterhin, dass seine Konstruktion gänzlich ohne strömungsbehindernde Außenstreben und Abspannungen auskommt. Eine strömungsdynamische Vermischung von Bodenwasserschichtungen durch künstliche Turbulenzen wird vermieden. Die stabile Vertikalposition des Gerätes auf dem Gewässergrund wird durch den beispielsweise mit Bleigewichten beschwerten Grundrahmen erreicht. Der erfindungsgemäße Bodenwasser-Probennehmer ist tiefseegeeignet und kann in Abhängigkeit von der Stabilität der Druckkapselung des Auslösers in Wassertiefen von 6000 m und mehr eingesetzt werden. Für die Probennahme wird insgesamt nur eine Grundstandzeit von 5 Minuten bis maximal 10 Minuten benötigt. In einem derartig kurzen Zeitintervall ist die ausreichend ortsbezogene Positionierung eines Schiffes oberhalb des Probennehmers ohne Weiteres möglich, sodass das Auftreten von Verschlingungen und Verknickungen am absenkenden Stahlseil, hervorgerufen durch erforderliches Nachfieren beim Wegdriften des Schiffes durch Wind und Oberflächenströmungen mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden kann.

Wesentlicher Vorteil des Bodenwasser-Probennehmers nach der Erfindung ist die Probennahme aus dem Bodenwasser als ungestörte Momentaufnahme. Hierfür ist es wichtig, dass die Bodenströmung die zylindrischen Probenbehälter zunächst frei durchströmen kann. Dazu weisen die Probenbehälter an 5 beiden Stirnseiten Verschlussvorrichtungen auf, die im geöffneten Zustand einen relativ großen Querschnitt der Probenbehälter freigeben. Gemäß einer Ausgestaltung des Bodenwasser-Probennehmers ist es dabei vorteilhaft, wenn die beiden Verschlussvorrichtungen jedes Probenbehälters Verschlussklappen 10 aufweisen, die im geöffneten Zustand gegen einen rückstellenden Gummizug über eine mit einem Korrosionsdraht verriegelte Auslöserwelle fixiert sind, wobei der Korrosionsdraht durch die Aktivierung des zeitgesteuerten Auslösers unter eine zum Bersten führende elektrische Spannung gesetzt wird. Eine derartige Auslöseranordnung ist robust und zuverlässig in ihrer Wirkungsweise 15 und kann einfach an Bord des Schiffes, welches den Probennehmer aussetzt, vorbereitet werden. Zunächst werden die Verschlusskappen gegen den Widerstand eines Gummizuges, der beispielsweise im Innern der Probenbehälter verlaufen kann, gegeneinander geöffnet und an einer Auslöserwelle fixiert. Diese wiederum wird von einem Korrosionsdraht („burn 20 wire“) in der Auslöseposition festgehalten. Durch die zeitverzögerte Aktivierung des zeitgesteuerten Auslösers wird dann nach einer weiteren Zeitverzögerung nach dem Aufsetzen des Probennehmers auf den Meeresboden der Korrosionsdraht unter Spannung gesetzt. Im gut leitfähigen Meerwasser korrodiert dieser Draht dann in ein bis drei Minuten durch und gibt die Auslöserwelle frei, was das gleichzeitige Schließen aller Verschlussklappen 25 bewirkt.

Weiterhin ist für eine ungestörte Probennahme wichtig, dass die Überführung der Wasserproben zur weiteren Untersuchung an Bord des Schiffes unter möglichst geringer Vermischung mit Luft erfolgt, um eine ungewollte Aufnahme 30 bzw. Abgabe von Gasen aus bzw. an Atmosphäre zu verhindern. Dazu kann gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung jeder Probenbehälter ein Wasserauslaufventil und diametral gegenüberliegend ein Luftein-

lassventil aufweisen. Damit kann bei der Entnahme der Wasserproben aus den Probenbehältern die das ablaufende Wasser ersetzende Luft gleichmäßig in die Probenbehältern einströmen, ohne dass Wasser und Luft sich vermischen. Der Gasaustausch mit der Atmosphäre ist damit auf ein Minimum begrenzt.

5 Vorteilhaft ist es nach einer nächsten Erfindungsausgestaltung, wenn die Probenbehälter transparent ausgeführt sind. Somit können Aussagen über den Partikelgehalt und auch über die Partikelform in den einzelnen Wasserproben getroffen werden. Dies kann bereits bei der Probennahme, beispielsweise mittels einer Probenkamera, oder vor der Probenentnahme an Bord des

10 Schiffes durch Fotografieren oder einfaches Betrachten erfolgen.

Der Bodenwasser-Probennehmer ist für große Wassertiefen geeignet. Durch die in diesen Tiefen herrschenden Druckverhältnisse hat das Wasser ein bestimmtes Gasaufnahmevermögen. Um Ausgasungen bei der Proben-15 überführung in Gebiete mit niedrigerem Druck (bis hin zum Atmosphärendruck) zu verhindern, können die Probenbehälter gemäß einer weiteren Erfindungs- fortführung - alternativ zu einer transparenten Ausführung - und beide Ver- schlussvorrichtungen auch druckfest ausgeführt sein. Durch den damit verbundenen vollständigen Erhalt des originalen Wasserzustandes können bei 20 der Auswertung der Wasserproben wertvolle Zusatzerkenntnisse gewonnen werden. Bei einer druckfesten Ausführung der Probenbehälter für Meerestiefen bis 6000 m können diese aus einem druckfesten Material, insbesondere aus Stahl oder Spezialallegierungen, beispielsweise mit Titan, hergestellt sein.

25 Die Bodenwassersäule sollte auf ca. 2 Metern über Grund hochauflösend auf mehreren Wasserhorizonten beprobt werden können, wobei für Isotopen- analysen mindestens 5 Liter pro Horizont gebraucht werden. Deshalb ist es gemäß einer nächsten Weiterbildung des Bodenwasser-Probennehmers vorteilhaft, wenn insgesamt sechs Probenbehälter auf einer Höhe von 2 m angeordnet sind und die Probenbehälter ein Füllvolumen von 5 l bis 6 l auf- weisen. Durch die sechs Probenbehälter werden sechs Wasserhorizonte beprobt, die mit einem vertikalen Abstand von ca. 30 cm zueinander verlaufen,

sodass eine hohe Messauflösung der vertikalen Wassersäule gewährleistet ist. Dabei sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die einzelnen Probenbehälter an der zentralen Haltestange sowohl mit einem konstanten Abstand zueinander als auch mit einem veränderlichen Abstand angeordnet 5 werden können. Die Anzahl und die Positionierung der Probenbehälter ist abhängig vom zu erstellenden Auflösungsprofil, das seinerseits von dem auftretenden Messgrößen abhängig ist. Bei 6 höhenjustierbar, horizontal angebrachten Probenbehältern von beispielsweise ca. 6 Liter Volumen stammen die einzelnen Wasserproben aus jeweils ca. 10 cm dicken Wasserschichten, die ausreichend dicht nebeneinander liegen ohne sich 10 jedoch gegenseitig zu beeinflussen.

Da der Bodenwasser-Probennehmer nach der Erfindung auf Abstützungen und Abspannungen, die die Bodenströmung stören, verzichtet, wird die stabile 15 Vertikalposition des Gerätes durch den mit einem Grundgewicht, beispielsweise aus Blei, beschwerten Grundrahmen gewährleistet. Zusätzlich kann gemäß einer anderen Erfindungsausgestaltung vorgesehen sein, dass oberhalb des Probennehmers mehrere Auftriebskörper am Stahlseil befestigt sind. Beispielsweise werden zwei Auftriebskörper ca. 15 m über dem 20 Probennehmer angebracht und verhindern zusammen mit dem Grundgewicht wirksam ein Umstürzen des Bodenwasser-Probennehmers nach der Erfindung.

Eine bevorzugte Ausbildungsform der Erfindung wird nachfolgend anhand 25 der schematischen Figuren näher erläutert. Dabei zeigt :

Figur 1 Diagramme mit typischen Parameterverläufen und
Figur 2 eine Ausführungsform des Bodenwasser-Probennehmers nach
der Erfindung.

30 Die Hauptaufgabe des Bodenwasser-Probennehmers nach der Erfindung besteht in der vertikal gestaffelten Probennahme mit hochauflösender Qualität,

um vertikale Messprofile erstellen zu können. Insbesondere im Übergangsbereich zwischen dem Gewässerboden und der darüber liegenden Wassersäule bis in einen Bereich von ca. 2 m zeigen die zu erfassenden Messgrößen oft steile Gradienten. Diese sind beispielsweise in der **Figur 1** erkennbar, die im oberen Diagramm den Verlauf des Sauerstoffgehalts O_2 und des Ammoniumgehalts NH_4^+ in μM (Mikromol) über der Höhe über Grund (height above ground) in cm an dem Messort „AWI-Hausgarten“ westlich von Spitzbergen in 2500 m Meerestiefe zeigt. Im unteren Diagramm in der Figur 1 ist im Vergleich dazu der Gehalt an gelöstem Methan (dissolved methane in nmol pro L Meerwasser) im Bodenwasser wiederum über der Lokation „AWI-Hausgarten“ in 2500 m Tiefe (linke Kurve, geringe Werte) und zusätzlich über dem „Hakon Mosby“ –Schlammvulkan in 1260 m Tiefe (rechte Kurve, hohe Werte) gezeigt. Deutlich sind hier die unterschiedlichen Parameterverläufe in verschiedenen Höhen über einem gewöhnlichen Tiefsee-Sediment („AWI-Hausgarten“) bzw. über der Oberfläche des Schlammvulkans in der bodennahen Wassersäule zu erkennen, die sich erst ab einer Höhe von ca. 2 m einander annähern.

In der **Figur 2** ist eine Ausführungsform des Bodenwasser-Probennehmers 1 nach der Erfindung zur simultanen Gewinnung von mehreren Wasserproben auf unterschiedlichen Höhen aus der untersten Wassersäule oberhalb eines Gewässerbodens gezeigt (Maßangaben in mm). An einer zentralen Haltestange 2 sind sechs Probenbehälter 3 in unterschiedlichen Höhen angeordnet. Dabei nehmen die Abstände im gewählten Ausführungsbeispiel über eine Länge von ca. 2 m nach oben hin zu, so dass eine besonders hohe Auflösung in der untersten, bodennahen Wasserschicht umgesetzt werden kann. Die zentrale Haltestange 2 ist mittels eines Lagers 4 an einer durch sie hindurch geführten zentralen Welle 5 leichtgängig und frei drehbar aufgehängt und weist zur Ausrichtung in der bodennahen Wasserströmung eine rechteckige Strömungsfahne 6 auf, die im gewählten Ausführungsbeispiel ungefähr $1 m^2$ groß ist. Das untere Ende der zentralen Welle 5 ist fest mit einem durch

Bleigewichte beschwerten Grundrahmen 7 verbunden. Im Zentrum des Grundrahmens 7 ist eine vertikal bewegliche Auslöserplatte 8 angebracht. An das obere Ende der zentralen Welle 5 wird mittels eines Schäkels ein gewöhnliches Stahlseil 9 angeschlagen, an welches etliche Meter über dem Bodenwasser-Probennehmer 1 ein in der Figur 2 nicht weiter dargestellter Auftriebskörper zur vertikalen Straffhaltung des Stahlseils 9 angebracht wird. Durch die Straffhaltung und den bleibeschwerten Grundrahmen 7 wird eine sichere vertikale Standposition des Bodenwasser-Probennehmers 1 erreicht. Diese wird noch unterstützt durch eine alternierende Anordnung der Probenbehälter 3 vor und hinter der zentralen Haltestange 2.

Die Auslöserplatte 8 ist mit einem zeitgesteuerten Auslöser 10 verbunden, der beim Aufsetzen des Bodenwasser-Probennehmers 1 durch leichtes, aber andauerndes Hochdrücken der Auslöserplatte 8 nach einer vorgegebenen Zeitverzögerung, beispielsweise einer Minute, aktiviert wird. Um die freie Drehbarkeit der zentralen Haltestange 2 um die zentrale Welle 5 nicht durch Kabelführungen zu beeinträchtigen, wird das von der Auslöserplatte 8 gemeldete Aufsetzsignal über einen Schleifring 11 auf einen druckfesten Magnetkontakt 12 übertragen, der das Signal über ein Unterwasserkabel 13 an den zeitgesteuerten Auslöser 10 überträgt. Beim Abfieren des Bodenwasser-Probennehmers 1 sind alle Probenbehälter 3, die im gewählten Ausführungsbeispiel als transparente Zylinder ausgeführt sind, an beiden Stirnseiten 14, 15 geöffnet (in der Figur 2 an einem Probenbehälter 3 exemplarisch dargestellt). Die Probenbehälter 3 weisen jeweils zwei Verschlussvorrichtungen 16 mit Verschlussklappen 17 auf. Diese sind im geöffneten Zustand über einen Gummizug 18 durch das Innere der Probenbehälter 3 vorgespannt und werden von Haltesehnen 19 gesichert, welche in Querbolzen 20 der um die Horizontale drehbaren Auslöserwelle 21 eingehängt sind. Die Stellung der Auslöserwelle 21 wird durch einen Korrosionsdraht 22 fixiert. Bei Aktivierung des zeitgesteuerten Auslösers 10 wird der Korrosionsdraht 22 nach einer in der Zeitsteuerung elektronisch oder auch mechanisch einstellbaren

Vorlaufzeit über eine in der Figur 2 nicht weiter dargestellte elektrische Verbindungsleitung unter Spannung gesetzt und korrodiert im gut leitenden Seewasser innerhalb von ein bis drei Minuten in Abhängigkeit von der gewählten Drahtstärke und dem Drahtmaterial durch. Die nunmehr nicht länger 5 in ihrer Stellung fixierte Auslöserwelle 21 dreht sich unter der Zuglast der Gummizüge 18 aller Probenbehälter 3 soweit, das die Querbolzen 20 die Haltesechnen 19 der Verschlussklappen 17 freigeben. Dadurch verschließen die Verschlussklappen 17 alle Probenbehälter 3 nahezu augenblicklich an 10 beiden Stirnseiten 14, 15, wodurch das momentan durch die Probenbehälter 3 strömende Bodenwasser der verschiedenen Wasserhorizonten eingefangen wird. Der zeitgesteuerte Auslöser 10 wird über die Auslöserplatte 8 mechanisch aktiviert, die Korrosionsspannung zur Auslösung der Verschlussvorrichtung 16 wird von einer in den zeitgesteuerten Auslöser 10 integrierten 15 Stromversorgung zur Verfügung gestellt. Somit ist der Bodenwasser-Proben-nehmer 1 nach der Erfindung autark und kann über das einfache Stahlseil 9 gefiert werden, ein impulsgebendes Einleiterkabel ist nicht erforderlich. Zum 20 störungsfreien Entleeren der eingefangenen Bodenwasserproben an Bord des Schiffes weisen die Probenbehälter ein Wasserauslaufventil 23 und diametral gegenüberliegend ein Lufteinlassventil 24 auf. An das Wasserauslaufventil 23 wird zur Probenentnahme über einen dünnen Schlauch eine Probenlagerflasche angeschlossen. Zur Entleerung werden beide Ventile geöffnet. Auf diese Weise wird eine Durchmischung der einströmenden Luft mit dem 25 ausströmenden Probenwasser vermieden.

Der Bodenwasser-Probennehmer nach der Erfindung ist ein einfaches, aber zuverlässiges Beprobungsgerät, mit dem hervorragende Messergebnisse zu erreichen sind. Interne Erprobungen eines Prototyps des beanspruchten 30 Messgeräts durch den Anmelder im Nordatlantik in 1260 m und 2500 m Tiefe sowie in der Eckernförder Bucht in 25 m Tiefe auf die in der bodennahen Strömung zu profilierenden Messparameter Methan, Sauerstoff, Bakterien-

abundanzen, Nährstoffe, Methan, 222-Radon und Meerwassersalzgehalt bei Probennahmezeiten von maximal sieben Minuten bestätigen dies.

5

Bezugszeichenliste

1	Bodenwasser-Probennehmer
10 2	zentrale Haltestange
3	Probenbehälter
4	Lager
5	zentrale Welle
6	Strömungsfahne
15 7	beschwerter Grundrahmen
8	Auslöserplatte
9	Stahlseil
10	zeitgesteuerter Auslöser
11	Schleifring
20 12	Magnetkontakt
13	Unterwasserkabel
14	Stirnseite
15	Stirnseite
16	Verschlussvorrichtung
25 17	Verschlussklappe
18	Gummizug
19	Haltesehne
20	Querbolzen
21	Auslöserwelle
30 22	Korrosionsdraht
23	Wasserauslaufventil
24	Lufteinlassventil

Patentansprüche

1. Bodenwasser-Probennehmer zur simultanen Gewinnung von mehreren
5 Wasserproben aus der untersten Wassersäule auf unterschiedlichen Höhen
oberhalb eines Gewässerbodens mit mehreren zylinderförmigen Proben-
behältern, die zumindest auf einer Stirnseite eine über einen zeitgesteuerten
Auslöser betätigbare Verschlussvorrichtung aufweisen und an einer zentralen,
10 in einem Bodenelement endenden und an ihrem gegenüber liegenden Ende
über ein Stahlseil auf dem Gewässerboden absetzbaren Haltestange
höhenverstellbar in horizontaler Ausrichtung angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet, dass

die zentrale Haltestange (2) zwischen einem beschwerten Grundrahmen (7)
als Bodenelement und dem Stahlseil (9) leichtgängig und frei drehbar befestigt
15 und mit einer Strömungsfahne (6) verbunden ist, dass der zeitgesteuerte
Auslöser (10) in den beschwerten Grundrahmen (7) druckgekapselt eingebaut
und erst durch dessen anhaltendes Aufsetzen auf den Gewässerboden für
eine vorgegebene Zeitspanne automatisch aktiviert wird und dass die Proben-
behälter (3) auch auf der anderen Stirnseite (15) eine ebenfalls über den
20 zeitgesteuerten Auslöser (10) betätigbare Verschlussvorrichtung (16) auf-
weisen.

2. Bodenwasser-Probennehmer nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

25 die beiden Verschlussvorrichtungen (16) jedes Probenbehälters (3) Ver-
schlussklappen (17) aufweisen, die im geöffneten Zustand gegen einen rück-
stellenden Gummizug (18) über eine mit einem Korrosionsdraht (22)
verriegelte Auslöserwelle (21) fixiert sind, wobei der Korrosionsdraht (22) durch
die Aktivierung des zeitgesteuerten Auslösers (10) unter eine zum Bersten
30 führende elektrische Spannung gesetzt wird.

3. Bodenwasser-Probennehmer nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
jeder Probenbehälter (3) ein Wasserauslaufventil (23) und diametral gegen-
überliegend ein Lufteinlassventil (24) aufweist.
5

4. Bodenwasser-Probennehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Probenbehälter (3) transparent ausgeführt sind.

10 5. Bodenwasser-Probennehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Probenbehälter (3) und beide Verschlussvorrichtungen (16) druckfest
ausgeführt sind.

15 6. Bodenwasser-Probennehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
insgesamt sechs Probenbehälter (3) auf einer Höhe von 2 m angeordnet sind
und jeder Probenbehälter (3) ein Füllvolumen von 5 bis 6 l aufweisen.

20 7. Bodenwasser-Probennehmer nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
oberhalb des Probennehmers (1) ein oder mehrere Auftriebskörper am
Stahlseil (9) befestigt sind.

1/2

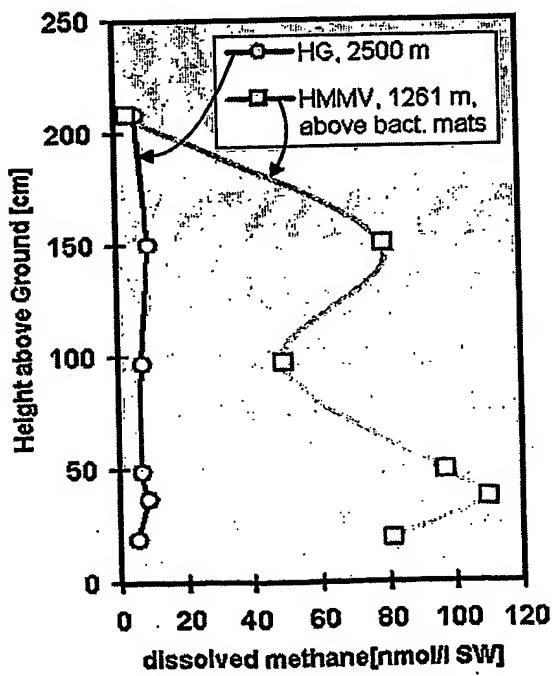
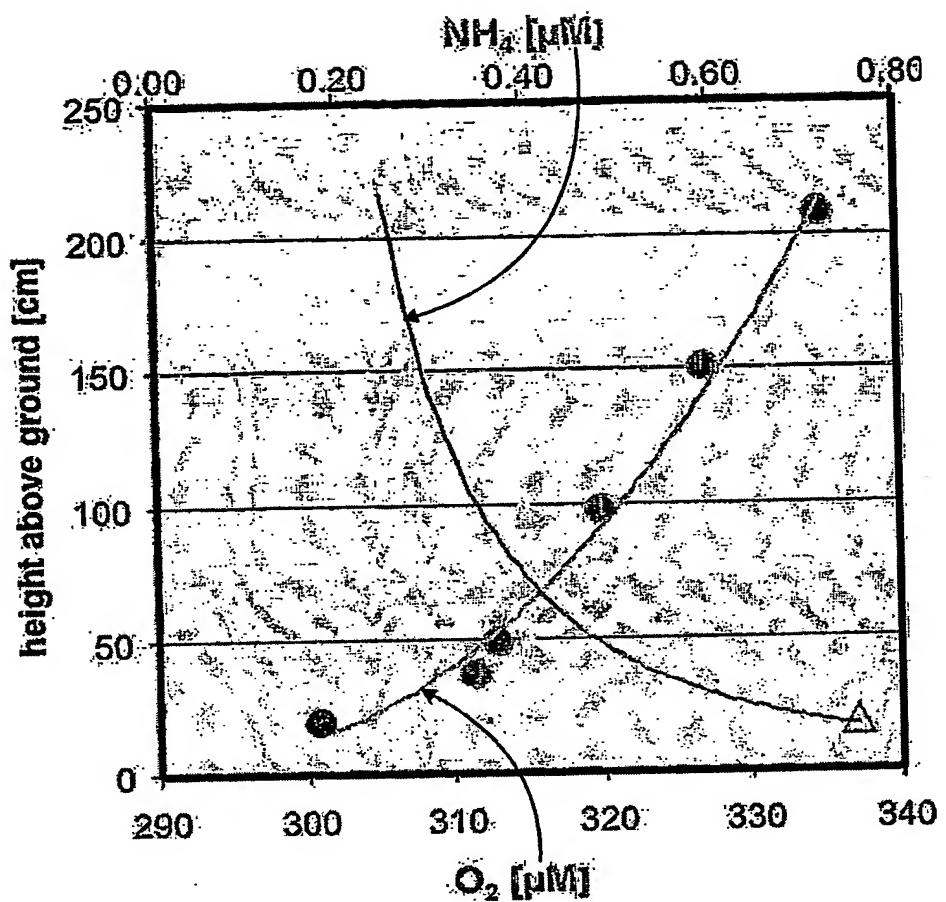


Fig. 1

2/2

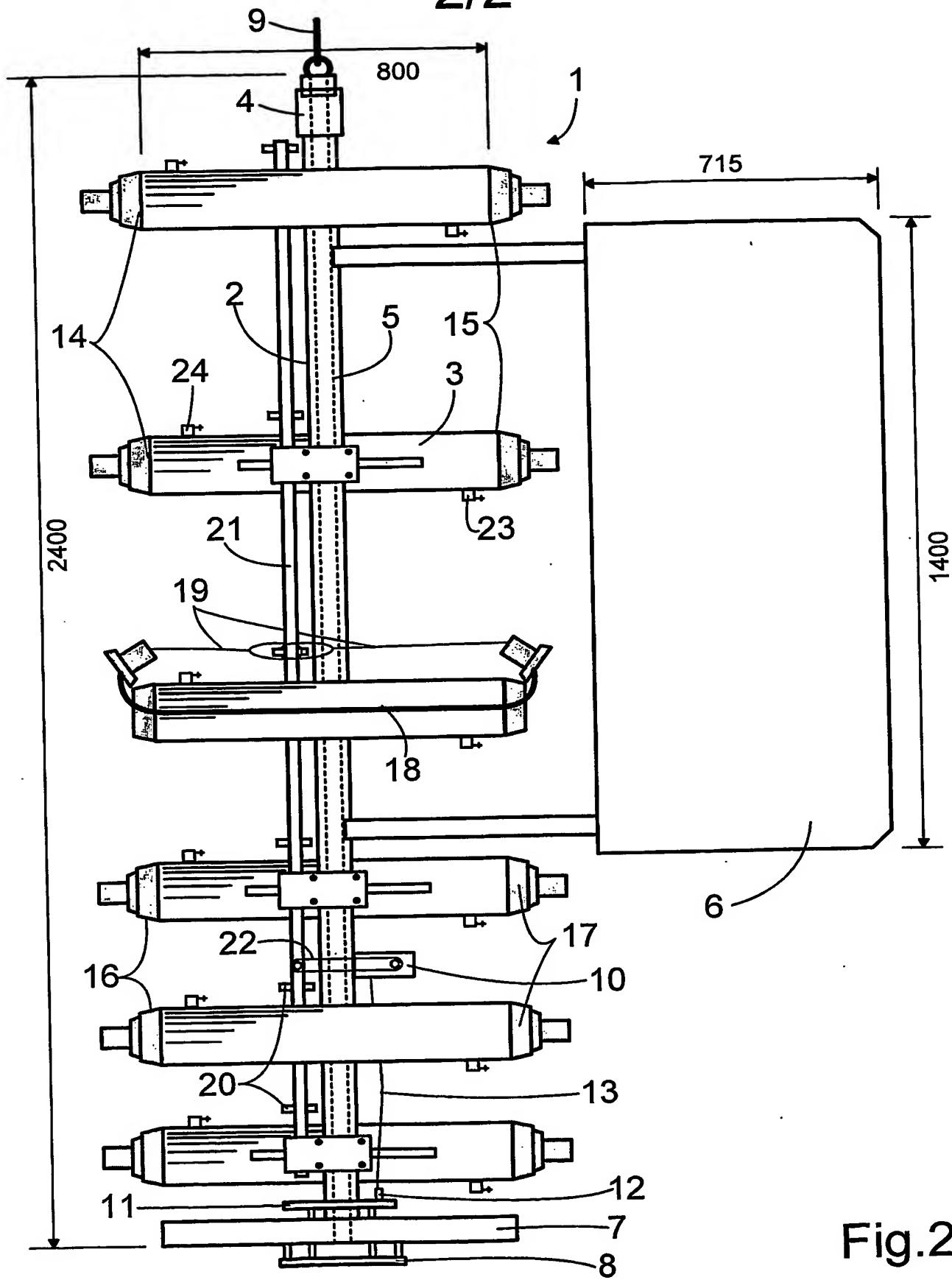


Fig.2

Zusammenfassung

Bodenwasser-Probennehmer

5

Die simultane Gewinnung von Wasserproben aus der untersten Wassersäule, dem Bodenwasser über einem Gewässerboden dient wissenschaftlichen Untersuchungen der Übergangszone zwischen dem Gewässerboden und der darüber liegenden Wassersäule zur Ermittlung von Parametergradienten.

10

Bekannte Bodenwasser-Probennehmer mit einer horizontalen Anordnung der Probenbehälter auf verschiedenen Wasserhorizonten ermöglichen jedoch im Allgemeinen keine ungestörte Probennahme. Der erfundungsgemäße Bodenwasser-Probennehmer weist deshalb eine zentrale Haltestange (2) für die Probenbehälter (3) auf, die sich ständig über eine Strömungsfahne (6) leichtgängig und frei in die Bodenströmung dreht. Alle Probenbehälter (3) weisen an beiden Stirnseiten (14, 15) Verschlussvorrichtungen (16) auf und werden vor der Probennahme von Original-Bodenwasser des entsprechenden Horizontes durchspült. Über einen zeitgesteuerten Auslöser (10), der mechanisch durch Hochdrücken einer Auslöserplatte (8) nach dem ausreichend anhaltenden Aufsetzen des Bodenwasser-Probennehmers (1) aktiviert wird, werden alle Verschlussvorrichtungen (16) nahezu augenblicklich betätigt. Mit dem einfachen und robusten Bodenwasser-Probennehmer (1) nach der Erfindung, das an einem einfachen Stahlseil (7) gefiert werden kann, können hochauflösende Profile unterschiedlicher Parameter auch in großen Wassertiefen einfach, hochgenau und reproduzierbar bestimmt werden.

15

20

25

Figur 2

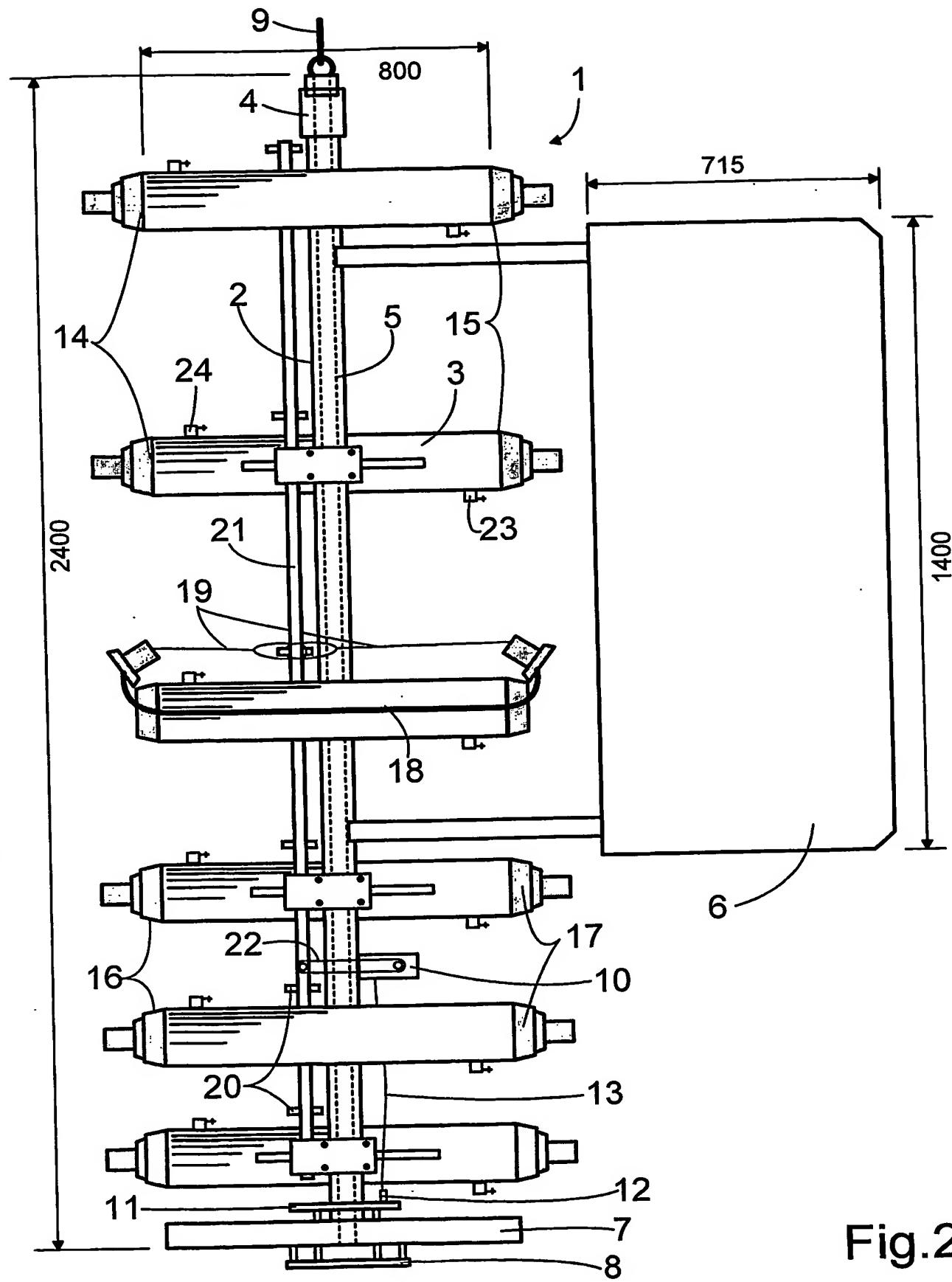


Fig.2